

(19)日本国特許庁 (JP)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-70638

(43)公開日 平成7年(1995)3月14日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
 C 21 D 8/02  
 C 22 C 38/00  
 38/12

識別記号 庁内整理番号  
 B 7412-4K  
 301 A

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全6頁)

(21)出願番号 特願平5-221126

(22)出願日 平成5年(1993)9月6日

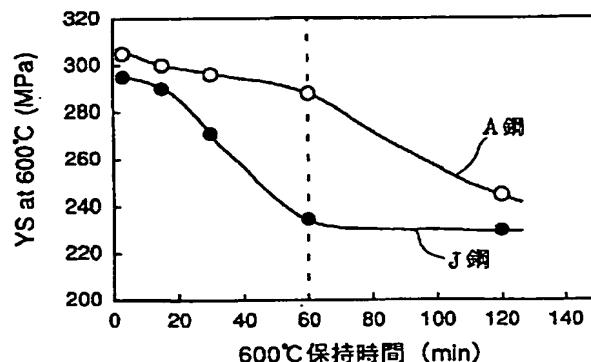
(71)出願人 000001258  
 川崎製鉄株式会社  
 兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号  
 (72)発明者 岡田 進  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内  
 (72)発明者 川端 文丸  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内  
 (72)発明者 森田 正彦  
 千葉県千葉市中央区川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内  
 (74)代理人 弁理士 小川 順三 (外1名)

(54)【発明の名称】長時間高温強度および韌性に優れた鋼管およびコラム用素材の製造方法

## (57)【要約】

【目的】長時間の高温保持に耐え得る高温強度および韌性を確保する。

【構成】C: 0.01~0.10wt%、Si: 1.0 wt%以下、Mn: 2.0 wt%以下、P: 0.03wt%以下、S: 0.004 wt%以下、Al: 0.01~0.15wt%、Mo: 0.3~1.0 wt%、Nb: 0.040超~0.20wt%を含有し、残部は実質的にFeの組成になる鋼材を、750°C以上 840°C以下の温度で熱間圧延して板厚: 5~30mmの熱延板とした後、500°C以上 600°C未満の温度でコイルに巻き取る。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 C : 0.01~0.10wt%、 Si : 1.0 wt%以下、

下、

Mn : 2.0 wt%以下、 P : 0.03wt%以下、  
 S : 0.004 wt%以下、 Al : 0.01~0.15wt%、  
 Mo : 0.3 ~1.0 wt%、 Nb : 0.040 超~0.20wt%  
 を含有し、残部は実質的にFeの組成になる鋼材を、 750  
 ℃以上 840℃以下の温度で熱間圧延して板厚 : 5~30mm  
 の熱延板とした後、 500℃以上 600℃未満の温度でコイル  
 に巻き取ることを特徴とする、長時間高温強度および  
 韌性に優れた鋼管およびコラム用素材の製造方法。

【請求項2】 C : 0.01~0.10wt%、 Si : 1.0 wt%以下、

下、

Mn : 2.0 wt%以下、 P : 0.03wt%以下、  
 S : 0.004 wt%以下、 Al : 0.01~0.15wt%、  
 Mo : 0.3 ~1.0 wt%、 Nb : 0.040 超~0.20wt%  
 を含み、かつ  
 Ti : 0.003 ~2.0 wt%、 B : 0.0005~0.0050wt%、  
 Cu : 0.01~2.0 wt%、 Ni : 0.01~2.0 wt%、  
 Cr : 0.01~2.0 wt%、 V : 0.01~2.0 wt%  
 のうちから選んだ1種または2種以上を含有し、残部は  
 実質的にFeの組成になる鋼材を、 750℃以上 840℃以下の  
 温度で熱間圧延して板厚 : 5~30mmの熱延板とした  
 後、 500℃以上 600℃未満の温度でコイルに巻き取ること  
 を特徴とする、長時間高温強度および韌性に優れた鋼管  
 およびコラム用素材の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、主に建材として用いられる、鋼管並びに角形等のコラムの素材として好適な熱延鋼板の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 建築物の鉄骨構造には、火災時における安全性確保のために耐火被覆が義務づけられているが、近年、新たに制定された「新防火設計法」によれば、使用鋼材の高温耐力が十分に高い場合には、耐火被覆工事の軽減さらには省略が可能となった。このため、上記した新しい設計基準を満たす耐火型建築用鋼に対する需要が高まっている。

【0003】 耐火鋼については、すでに厚鋼板において多数の提案がなされており、熱延鋼板に関しても、例えば特開平2-282419号公報等において耐火型鋼板が提案されている。これらは、主にMoの添加によって高温強度を確保しているが、熱延鋼板特有の問題として、コイル巻き取りの際、Mo炭化物の析出に起因すると考えられる韌性劣化が生じ易い点が挙げられる。この問題の解決策としては、Mo炭化物の析出が起こりにくい低温（600℃未満）で巻き取ることが考えられるけれども、この場合には、鋼材が 600℃以上の高温に曝された場合に強度が時間と共に低下し易くなるため、実使用上問題を残す。

2

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明は、上記の問題解決の一助となる熱延鋼板の製造方法を提供しようとするところにあり、高温強度特に長時間の高温保持に耐え得る高温強度いわゆる長時間高温強度および韌性に優れた耐火素材の有利な製造方法を提供するものである。具体的には、常温T.S.が490MPa以上、また 600℃、1時間経過後の 600℃におけるY.S.が215MPa (22kgf/mm<sup>2</sup>)以上で、しかもシャルピー試験における脆化温度が0℃以下である熱延鋼板を得る手段を提供するものである。

## 【0005】

【発明を解決するための手段】 すなわち、本発明は、C : 0.01~0.10wt%、 Si : 1.0 wt%以下、 Mn : 2.0 wt%以下、 P : 0.03wt%以下、 S : 0.004 wt%以下、 Al : 0.01~0.15wt%、 Mo : 0.3 ~1.0 wt%、 Nb : 0.040 超~0.20wt%を含有し、残部は実質的にFeの組成になる鋼材を、 750℃以上 840℃以下の温度で熱間圧延して板厚 : 5~30mmの熱延板とした後、 500℃以上 600℃未満の温度でコイルに巻き取ることを特徴とする、耐火性および韌性に優れた鋼管およびコラム用素材の製造方法（第1発明）である。

【0006】 また、本発明は、上記の第1発明に、さらにTi : 0.003 ~2.0 wt%、 B : 0.0005~0.0050wt%、 Cu : 0.01~2.0 wt%、 Ni : 0.01~2.0 wt%、 Cr : 0.01~2.0 wt%、 V : 0.01~2.0 wt%のうちから選んだ1種または2種以上を含有させた、耐火性および韌性に優れた鋼管およびコラム用素材の製造方法（第2発明）である。

## 【0007】

【作用】 本発明のポイントは、Nbを 0.040wt%を超えて添加し、熱延終了温度(FDT)を 840℃以下とすることである。この条件下で熱延した場合には、韌性の劣化を避けるために 600℃未満の温度で巻き取ったとしても、600℃における高温強度はほとんど低下しない。上述した効果が得られる理由については、まだ明確に解明されたわけではないが、次のとおりと考えられる。まず成分については、固溶Nbは固溶Cと相互作用を及ぼすと考えられ、固溶Cの拡散を抑制するために一定量（0.040 wt%）を超えてNbを添加すると、Mo炭化物の析出が著しく抑制され、この結果、Mo炭化物の粗大化による強度低下が軽減されるものと考えられる。一方、FDTが 840℃以下で上記の効果が現れる理由については、Nb添加の影響ほど明瞭には説明できないが、Nbが炭化物として析出する際には析出前の粒内Nb配置に起因すると思われる整合配列を取ることがあり、かような固溶Nbの粒内分散状態に歪付加終了時の温度が何らかの影響を及ぼしていることによるものと推測される。

【0008】 以下、本発明において、素材の成分組成を前記の範囲に限定した理由について説明する。

50 C : 0.01~0.10wt%

Cは、強化元素として有効に寄与するが、含有量が0.01wt%に満たない場合には、Mo炭化物による高温強度の保持が十分とは言えず、一方0.10wt%を超えて添加すると、鋼管成形時の溶接の際に溶接部の硬度および割れ感受性が増大し、好ましくない影響を及ぼすからである。

【0009】Si: 1.0 wt%以下

Siは、強化元素として有効であるが、1.0 wt%を超えて添加すると、溶接部の割れ感受性が増大するので、1.0 wt%以下の範囲で含有させるものとした。

【0010】Mn: 2.0 wt%以下

Mnも、強化元素として非常に有効であるが、2.0wt%を超えて添加すると、やはり溶接部の硬度および割れ感受性が増大するので、2.0wt%以下の範囲で含有させるものとした。

【0011】P: 0.03wt%以下

Pは、鋼板の強化に有用な元素であるが、一方で韌性に有害な元素でもある。しかしながら、熱延鋼板の熱延後冷却速度であれば、含有量を0.03wt%以下に低減すれば問題ない。

【0012】S: 0.004 wt%以下

Sは、成形性に対する悪影響が大きい元素であり、できるだけ低減することが望ましい。0.004wt%以下に低減することが最低限必要であるが、より望ましくは0.003wt%以下である。

【0013】Al: 0.01~0.15wt%

Alは、脱酸およびNの固定に有用な元素であり、その効果の面からは少なくとも0.01wt%の添加を必要とする。一方、コストの面から0.15wt%を超える添加は避けることが望ましい。

【0014】Mo: 0.3~1.0 wt%

Moは、高温強度を確保する上で極めて有効な元素であり、600°CにおけるY.S.を215MPa以上確保する上で最も添加効率の良い添加範囲は0.3~1.0 wt%である。というのは、0.3wt%未満の添加では十分な高温強度が得難く、一方1.0wt%を超える添加はやはり溶接部の硬度および割れ感受性の増大をもたらすからである。

【0015】Nb: 0.040超~0.20wt%

Nbは、前述したとおり、0.040wt%を超えて添加することにより、とくに高温に長時間保持されたときにも強度の低下が少なく、高温強度確保に有効である。しかしながら、0.20wt%を超える添加は溶接部の割れ感受性を高めるので、含有量は0.040超~0.20wt%の範囲に限定した。

【0016】以上、基本成分について説明したが、本発明では強化成分として次の元素を添加することもでき

る。

Ti: 0.003~2.0 wt%、B: 0.0005~0.0050wt%、Cu: 0.01~2.0 wt%、Ni: 0.01~2.0 wt%、Cr: 0.01~2.0 wt%、V: 0.01~2.0 wt%

上記した各元素はいずれも、強化元素として均等であるが、各元素とも示された下限に満たない量ではその添加効果に乏しく、一方上限を超える添加は溶接部の硬度または割れ感受性の増大を招く不利が生じるので、上掲した各範囲で添加することが肝要である。なお、Ti、BはN固定元素としても有効である。

【0017】次に、本発明に従う製造条件について説明する。

・スラブ(再)加熱温度(SRT)

スラブは再加熱しても、再加熱なしで直送しても構わないが、加熱温度は高温強度確保および韌性確保の面から1180°C以下とするのが望ましい。

・熱延仕上げ温度(FDT)

熱延仕上げ温度は、前述したように、高温強度の確保上、840°C以下とする必要がある。しかしながら、750

20°Cを下回る温度での熱延は熱延設備への負担が大きく、鋼板強度も過度に高くなるので、熱延仕上げ温度は750°C以上840°C以下の範囲に限定した。

・熱延仕上げ温度での板厚

本鋼板の使用目的(鋼管成形、コラム成形)上、5mm以上、30mm以下が適切であるので、板厚はこの範囲に限定した。

・コイル巻き取り温度(CT)

前述したとおり、韌性の確保上、600°C未満とする必要がある。しかしながら板厚が5mm以上と厚いため、500

30°C未満の温度では安定してコイルに巻き取ることが難しくなるので、500°Cを下限とした。

【0018】

【実施例】

実施例1

表1に示す成分組成になる鋼素材を、表2に示す条件で熱間圧延し、板厚: 20mmの熱延板とした。得られた各熱延鋼板の高温強度および韌性について調べた結果を、表2に併記する。なお、シャルピー試験片はJIS Z 2202に準拠したものを用い、脆化温度( $vT_{rs}$ )は延性破面率5

40%の点を採用した。また軟化量は、{600°C15分保持後Y.S.(600°C) - 600°C60分保持後Y.S.(600°C)} / 600°C15分保持後Y.S.(600°C)(%)で定義した。

【0019】

【表1】

鋼 記号	成 分 組 成 (%)										備 考
	C	Si	Mn	P	S	N	Al	Mo	Nb	そ の 他	
A	0.068	0.16	0.66	0.008	0.0024	0.0022	0.025	0.37	0.064	—	発明例
B	0.052	0.24	0.90	0.018	0.0025	0.0025	0.036	0.45	0.054	Ti : 0.009	"
C	0.039	0.34	1.10	0.026	0.0020	0.0026	0.047	0.62	0.052	Ti : 0.004	"
D	0.042	0.03	0.81	0.005	0.0019	0.0030	0.034	0.50	0.057	B : 0.0008	"
E	0.070	0.14	0.58	0.009	0.0037	0.0042	0.022	0.35	0.052	B : 0.0016	"
F	0.045	0.05	1.25	0.014	0.0028	0.0027	0.054	0.41	0.098	Cu : 0.60, Ni : 0.35	"
G	0.082	0.47	0.57	0.025	0.0026	0.0021	0.078	0.33	0.060	Cr : 0.40, V : 0.03	"
H	0.058	0.24	1.05	0.010	0.0022	0.0023	0.037	—	0.056	—	比較鋼
I	0.060	0.22	1.13	0.012	0.0026	0.0023	0.036	0.50	—	—	"
J	0.062	0.23	1.01	0.011	0.0026	0.0020	0.033	0.49	0.030	—	"

— 部は、適正範囲外を示す。

【0020】

\* \* 【表2】

No.	記号	熱延条件			常温材質			600°C Y.S.			T <sub>1</sub> °C			備考
		SRT (°C)	FDT (°C)	CT (°C)	YS <sub>0.2</sub> (MPa)	TS <sub>0.2</sub> (MPa)	E <sub>1</sub> (%)	15分後 (MPa)	60分後 (MPa)	軟化量 (%)	T <sub>1</sub> °C	T <sub>2</sub> °C		
1	A	1150	830	590	370	511	36	294	271	7.8	-50			適合例
2	A	1090	760	540	395	529	35	304	289	4.9	-80			適合例
3	A	1200	900	650	367	506	36	210	198	5.7	20			比較例
4	B	1150	820	580	412	563	33	335	310	7.5	-60			適合例
5	B	1090	780	550	423	572	32	346	330	4.6	-90			適合例
6	B	1200	880	580	398	551	33	260	210	19.2	-30			比較例
7	B	1200	820	630	395	538	33	228	212	7.0	10			比較例
8	C	1100	790	580	456	614	30	352	332	5.7	-70			適合例
9	D	1150	790	570	435	581	31	326	307	5.8	-60			適合例
10	E	1180	830	560	426	579	32	310	281	9.4	-20			適合例
11	F	1150	790	530	468	621	29	378	356	5.8	-60			適合例
12	G	1150	790	520	481	635	29	380	357	6.1	-60			適合例
13	H	1200	820	550	372	490	35	151	132	12.6	-90			比較例
14	I	1200	800	570	385	502	34	251	206	17.9	-50			比較例
15	J	1250	790	580	396	519	35	290	236	18.6	-40			比較例
16	J	1250	880	640	364	492	37	221	203	8.1	10			比較例

部は、適正範囲外を示す。

【0021】A鋼は、成分適合鋼であり、製造工程も本発明に添ったNo.1および2はいずれも、優れた高温強度および韌性を呈するが、材質的にはSRT, FDT, CTを低くしたNo.2の方が一層優れている。この点、FDT, CTが高温側に外れたNo.3は、高温強度が低く、また韌性も悪い。B鋼も、成分適合鋼であり、製造工程も本発明に添ったNo.4, 5はいずれも、優れた高温強度および韌性を呈するが、A鋼同様、SRT, FDT, CTを低くしたNo.5の方が材質的に優れている。これに対し、FDTが高温側に外れたNo.6は高温強度が低く、特に60分保持後の強度低下が著しい。また、CTが高温側に外れたNo.7は韌性が悪く、また高温強度も低めである。C～G鋼 (No.8～12) はいずれも、本発明適合例であり、優れた高温強度およ

\* び韌性を呈している。  
【0022】H鋼 (No.13)は、Mo非添加鋼であり、高温強度に乏しい。I鋼 (No.14)は、Nb非添加鋼であり、高温強度の高温保持による低下が著しい。J鋼は、Nb添加量が 0.040wt%に満たないため、No.15のように低FDT、低CTで高強度を得ようとしても、長時間にわたる高温強度の保持は望み得ない。なおNo.16 はCTを 600°C以上に上げた例であるが、高温強度が低めで韌性も悪い。

【0023】  
【実施例2】前掲表1に示したA鋼およびJ鋼を、A鋼は SRT: 1090°C、FDT: 780 °C、CT: 560 °Cの条件で、またJ鋼は SRT: 1250°C、FDT: 700 °C、CT: 560 °Cの条件で熱間圧延し、板厚: 10mmの熱延板に仕上げた。得

られた各熱延鋼板の 600°Cにおける保持時間とY.S.との関係について調べた結果を、図1に示す。同図より明らかのように、本発明鋼であるA鋼は比較鋼であるJ鋼よりも、長時間にわたって高温強度を維持することができ、優れた長時間高温強度を示している。

【0024】

【発明の効果】かくして本発明によれば、長時間にわた

って優れた高温強度および韌性を有する熱延鋼板を得ることができ、钢管用およびコラム用素材としての用途に供して偉効を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】高温強度と高温保持時間との関係を示したグラフである。

【図1】

